

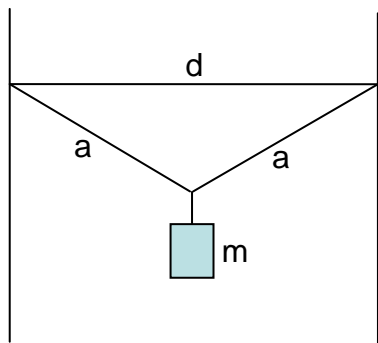
**23. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (2. април 2016.)
I РАЗРЕД**

1. Хусеин Болт је свјетски рекордер у трчању на $200m$ са временом $t = 19,30s$. Претпоставимо да је Болт приликом обарања рекорда имао константно убрзање првих $t_1 = 3,6s$, потом се наредних $100m$ кретао кретао константном брзином и у задњем дијелу стазе трчао са константним успорењем. Првих $100m$ Болт трчи за $t_2 = 10s$. Којом брзином је Болт протрчао кроз циљ?

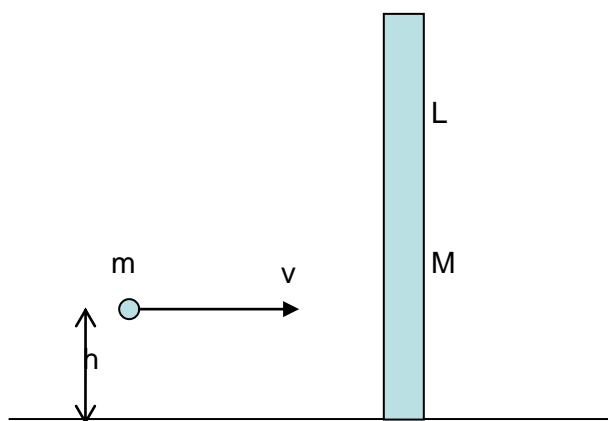
2. Мрежа за спавање је разапета између два стабла која су међусобно удаљена $4m$. У њој се налази човјек масе $70kg$. Ако се претпостави да је маса човјека концентрисана у средини мреже тако да ситуација изгледа као на слици, одредити:

а) напетост ужета којим је мрежа причвршћена за стабло, ако је $a = 2,5m$

б) одредити која ће се viseћа постела прије подерати: она која је увијек била разапета готово хоризонтално или она која је у средини висила према доле.



Слика уз задатак број 2.



Слика уз задатак број 3

3. Куглица масе m се креће хоризонтално брзином v . На висини h изнад подлоге удари о штап дужине $L = 4h$ и масе $M = 3m$. Штап се налази на савршено глаткој подлози, а судар је савршено нееластичан. Колики је губитак кинетичке енергије при судару? Момент инерције штапа у односу на осу која је нормална на штап и пролази кроз његов центар $I = ML^2/12$.

4. Аутомобил тежине G креће се по путу уз брдо брзином $v_1 = 25km/h$, ако му мотор ради пуном снагом P . Када се истом снагом креће тим путем низ брдо брзина му је $v_2 = 100km/h$. Коликом се брзином v_3 креће аутомобил по хоризонталном путу кад мотор ради истом снагом P ? Нагиб пута је $\alpha = 4^\circ$.

5. Маса лифта с путницима је $m = 800 kg$. Коликим убрзањем и у ком смјеру се креће лифт ако је позната сила затезања ужета које покреће (вуче) лифт: а) $T = 12kN$, б) $T = 6kN$.

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА I РАЗРЕД

1. $s_u = 200m, \quad t = 19,30s, \quad t_1 = 3,6s, \quad s_2 = 100m, \quad t_2 = 10s, \quad v = const.$

Убрзање током првих $t_1 = 3,6s$ је $a = v_1/t_1 = 3,39m/s^2$.

Пошто се тркач кретао први дио пута убрзано, потом $100m$ константном брзином и трећи дио успорено, слиједи да је првих $100m$ стазе прешао крећући се један дио убрзано а један дио равномерно. Дакле,

$$s_2 = \frac{at_1^2}{2} + v_1(t_2 - t_1) = \frac{v_1 \cdot t_1^2}{2} + v_1(t_2 - t_1) \text{ или } s_2 = \frac{v_1 t_1}{2} + v_1 t_2 - v_1 t_1. \text{ Одатле је } v_1 = \frac{2s_2}{2t_2 - t_1}$$

$$v_1 = 12,195m/s. \text{ Убрзање током првих } t_1 = 3,6s \text{ је } a = v_1/t_1 = 3,39m/s^2.$$

Вријеме равномерног кретања тркача $t_r = \frac{100m}{v_1} = \frac{100m}{12,185m/s} = 8,2s.$

Дужина стазе коју Болт трчи са успорењем износи:

$$s_3 = 200m - 100m - 3,39 \cdot \frac{(3,6)^2}{2} = 78,03m, \text{ док ке вријеме успореног кретања}$$

$$t_3 = t - t_r - t_1 = 19,3s - 8,2s - 3,6s = 7,5s. \text{ Пут који тркач пређе крећући се успорено:}$$

$$s_3 = v_1 t_3 - \frac{a_3 t_3^2}{2}, \text{ одатле је: } a_3 = \frac{2v_1 t_3 - 2s_3}{t_3^2}, \text{ односно } a_3 = 0,478m/s^2. \text{ Брзина којом тркач}$$

пролази кроз циљ износи:

$$v_2 = v_1 - a_3 t_3, \quad v_2 = 12,195 \frac{m}{s} - 0,478 \frac{m}{s^2} \cdot 7,5s, \text{ или коначно } v_2 = 8,61 \frac{m}{s}.$$

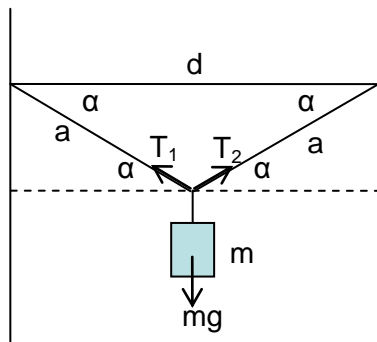
2.

Услов равнотеже дуж осе $x: T_{1x} - T_{2x} = 0, \quad T_{1x} = T_{2x},$ а

дуж осе $y: mg = T_{1y} + T_{2y}.$ Са слике се види да је: $T_{1x} = T_1 \cos \alpha, \quad T_{2x} = T_2 \cos \alpha,$ тј.

$T_{1y} = T_1 \sin \alpha, \quad T_{2y} = T_2 \sin \alpha.$ Из услова равнотеже слиједи $T_2 = T_1 = T,$ односно

$$mg = T \sin \alpha + T \sin \alpha = 2T \sin \alpha, \quad T = \frac{mg}{2 \sin \alpha}. (*)$$



Са слике налазимо угао: $\sin \alpha = \frac{\sqrt{a^2 - (d/2)^2}}{a},$ тако да

је коначно сила затезања једнака:

$$T = \frac{mg}{2 \frac{\sqrt{a^2 - (d/2)^2}}{a}} = \frac{mga}{2\sqrt{a^2 - (d/2)^2}}, \text{ тј. након замјене}$$

бројних вредности добијамо: $T = 572,25N.$

б) Уколико је постеља скоро хоризонтална угао α би био мали и према изразу (*) сила затезања постеље би била већа што би довело до бржег дерања исте.

3. $m, v, h; \quad L = 4h, \quad M = 3m, \quad \Delta E_K = ?$

За судар куглице са штапом важе закони одржања импулса и момента импулса. Након судара штап са куглицом почиње сложено кретање које се може представити као збир трансляторног кретања његовог центра маса и ротације око центра маса.

$$mv = v_{CM}(m+M), \quad v_{CM} = \frac{mv}{m+M} = \frac{v}{4}.$$

Положај центра маса у тренутку судара је на висини:

$$x = \frac{M(L/2) + mh}{M+m} = \frac{3m \cdot (4h/2) + mh}{3m+m} = \frac{6mh + mh}{4m} = \frac{7}{4}h. \text{ Момент инерције система око}$$

центра маса, узевши у обзир Штајнерову теорему, износи:

$$I_{CM} = m\left(\frac{7}{4}h - h\right)^2 + \frac{I}{12}ML^2 + M\left(\frac{1}{2}L - \frac{7}{4}h\right)^2 = m\left(\frac{7h-4h}{4}\right)^2 + \frac{1}{12}3m(4h)^2 + 3m\left(\frac{1}{2} \cdot 4h - \frac{7}{4}h\right)^2$$

$$I_{CM} = \frac{9}{16}mh^2 + 4mh^2 + \frac{3mh^2}{16}, \text{ коначно } I_{CM} = \frac{19}{4}mh^2.$$

Непосредно после судара угаону брзину штапа око центра маса израчунаће се помоћу закона одржања момента импулса. Наиме,

$$mv\left(\frac{7}{4}h - h\right) = I_{CM}\omega_{CM} \quad mv\frac{3h}{4} = \frac{19}{4}mh^2 \cdot \omega_{CM}, \text{ или } \omega_{CM} = \frac{3v}{19h}.$$

Губитак кинетичке енергије једнак је разлици кинетичке енергије прије и после судара:

$$\Delta E_K = \frac{1}{2}mv^2 - \left[\frac{1}{2}(m+M)v_{CM}^2 + \frac{1}{2}I_{CM}\omega_{CM}^2 \right] = \frac{1}{2}mv^2 - \left[\frac{1}{2}4m\left(\frac{v}{4}\right)^2 + \frac{1}{2} \frac{19}{4}mh^2 \cdot \frac{9v^2}{19^2h^2} \right],$$

$$\text{коначно: } \Delta E_K = \frac{6}{19}mv^2.$$

4. II Њитнов закона за кретање узбрдо, низбрдо и хоризонтално:

$$F_1 = \mu G \cos \alpha + G \sin \alpha, \quad (1) \quad F_2 + G \sin \alpha = \mu G \cos \alpha \quad (2), \quad F_3 = F_r = \mu G. \quad (3)$$

Сабирањем једначина (1) и (2) и узевши у обзир једначину (3), налазимо:

$$F_1 + F_2 = 2\mu G \cos \alpha = 2F_3 \cos \alpha. \quad (*) \text{ Мотор аутомобила у сва три случаја ради истом}$$

снагом, тј. $P = F_1v_1 = F_2v_2 = F_3v_3$, па се може писати $F_1 = \frac{P}{v_1}$, $F_2 = \frac{P}{v_2}$, $F_3 = \frac{P}{v_3}$. Замјеном

$$\text{у } (*): \quad \frac{P}{v_1} + \frac{P}{v_2} = \frac{2P}{v_3} \cos \alpha / : P$$

$$\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} = \frac{2 \cos \alpha}{v_3}, \quad \frac{v_1 + v_2}{v_1 v_2} = \frac{2 \cos \alpha}{v_3}, \quad v_3 = \frac{2v_1 v_2 \cos \alpha}{v_1 + v_2}, \quad v_3 \approx 40 \text{ km/h}.$$

5. Према II Њутновом закону је: $\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$ или $T - mg = ma$, одатле $a = \frac{T - mg}{m}$

а) $a = 5,2 \text{ m/s}^2$, убрзање лифта је навише (истог смјера као и сила T)

б) $a = -2,3 \text{ m/s}^2$, убрзање лифта је наниже (супротног смјера од силе T)

